

## 冠動脈疾患の総合画像診断

松井 忍

(金沢医科大学循環器内科)

### はじめに

現在では、画像診断法は解剖学的診断のみならず、機能的診断や代謝診断にも用いられるようになって来た。

循環器疾患に対する主な画像診断法として原理的には表1のごとく、大きく分けてX線、超音波、RI および核磁気共鳴 (NMR) を利用する方法の4つが挙げられる。これらを基に数多くの診断法が考案され、診断に応用されている。原理的に違う代表的診断法としてのX線CT、MR-CT、RI法、心エコー法の特徴を図1に示す。診断法個々にそれぞれ利点と欠点を有するので診断においては検査法の原理、特徴を充分理解し、目的に沿った検査法を選択する必要がある。選択に際し、患者の病態、安全性、非侵襲性、経済性も無視し得ない重要な要素である。

### I. 冠動脈疾患の診断

冠動脈疾患では器質的冠狭窄ないしは、冠攣縮により心筋虚血・壊死が惹起され、その結果として種々の病態を呈して来る。基本的には冠動脈疾患の診断は心筋虚血・壊死に附随する現象、すなわち、症状、心電図変化、心筋代謝異常、心機能異常あるいは血管作動物質分泌などを検出することにある。

この目的で心電図、RI法、超音波法、血液生化学検査、MR-CTなどが用いられている。これらは患者のスクリーニング、重症度判定、予後推定などに関しほぼ満足すべき精度を有すると考えられている。しかるに、近年、ACBGに加えPTCA、PTCRに代表されるように冠動脈疾患の治療法が一段と進歩した。すなわち、積極的血行再建術が可能となり、冠動脈病変のより精度の高い情報が求められる時代に入って来た。種々の新しい画像診断法が登場した現在でも選択的冠動脈造影法がdirectに冠動脈病変をみれる唯一の診断法であり、その重要性は少しも減じてはいない。

### II. 狭心症の画像診断

狭心症の診断には症状に一致した一過性の心筋虚血の存在の証明が必要である。さらに一過性の心筋虚血が器質的狭窄に基づくものか、冠攣縮に起因するものか、器質的狭窄を有するとすればどの冠動脈か、また一枝病変か多枝病変かの判定が臨床上極めて重要となる。

現在、冠動脈疾患（狭心症）のスクリーニングとして負荷心電図、負荷 $^{201}\text{Tl}$  SPECTが一般に用いられている。これら両法の冠動脈疾患における診断率をみると図2のごとく $^{201}\text{Tl}$  SPECTにおいて心電図に比し、若干診断精度が良好であった。これら両法を併用すると有意冠狭窄を有する30例中26例（87%）で少なくともいずれか一法において陽性所見が得られた。残り4例（13%）において両法共に陰性であった（図3）。この成績は現時点における狭心症を疑う患者に対する選択的冠動脈造影の重要性を示唆するものであろう。心筋虚血を誘発し、その結果より冠動脈病変を推定する診断法の限界を示すものとも考えられる。したがって、狭心症画像診断においては非侵襲的な冠動脈の直接の画像化が将来の重要課題と考える。

### III. 心筋梗塞症の画像診断

心筋梗塞症においては心筋壊死の有無、梗塞巣の広さ、梗塞巣の質的性状、梗塞に伴う合併症の有無、冠動脈病変の情報が画像診断上求められるものである。

#### a. 心筋梗塞巣の有無の診断

心筋梗塞の有無の診断は臨床的には表2のごとくなされる。診断法によっては急性期にのみ有用なものから急性期、慢性期共に有用なものまであり、時期によって診断法を選択する必要がある。

各種診断法の梗塞巣の有無に関する診断精度の比較ではAMI、OMI共に $^{201}\text{Tl}$  SPECTで $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -PYP、MR-CTに比し高いsensitivityを有した（表3）。

#### b. 心筋梗塞巣の組織性状

梗塞巣は病理学的には約2～3ヶ月をかけて壊死組織の吸収と線維化が起こるとされているが、症例個々に差異があるものと考えられる。演者らのMR-CTを用いての検討では $T_2$ 値は3ヶ月以上経過した症例で非梗塞部と差異を認めず（図4）、又、壁菲薄化は1ヶ月を経て初めて出現する様であった（図5）。 $^{201}\text{Tl}$  SPECTでみた場合、欠損領域は回復期に有意に縮小した（図6）。このように梗塞巣は画像上も急性期から回復期、慢性期にかけて変化するものであり、その評価には病期を考慮する必要がある。

梗塞巣の心筋 viability の有無の判定は冠血行

冠動脈疾患の画像診断

X線

単純X線撮影  
X線CT  
DSA  
冠動脈および心室造影

超音波法

Mモード心エコー法  
超音波断層法  
ドブラー法  
ドブラー断層法

RI法

$^{201}\text{Tl}$  心筋スキャン  
 $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$  心筋スキャン  
心プールのスキャン ( $^{99\text{m}}\text{Tc-RBC}$ ,  $^{81\text{m}}\text{Kr}$ )  
ポジトロンCT  
NMR法 (Magnetic Resonance Image)

▲表1

|                                     | NMR-CT             | X-CT                | RI    | UCG           |
|-------------------------------------|--------------------|---------------------|-------|---------------|
| 測定対象                                | 陽子密度<br>$T_1, T_2$ | 密度と<br>原子番号         | RI 分布 | 音響<br>インピーダンス |
| 被 曝                                 | 無                  | 有                   | 有     | 無             |
| 断層方向                                | 任意多方向              | 体軸に直角<br>$\pm 20$ 度 | 任意多方向 | 多方向           |
| 心臓解剖                                | ++                 | +                   | ±     | +             |
| 壁 運 動                               | +                  | +                   | ++    | ++            |
| 冠血流<br>分布                           | —                  | +                   | +     | —             |
| 心筋代謝                                | ±                  | —                   | +     | —             |
| 血管解剖                                | ++                 | ++                  | +     | ±             |
| 血 流                                 | +                  | ±                   | +     | +             |
| 血栓<br>動脈瘤                           | ++                 | ++                  | +     | ±             |
| ++ 非常に有用    + 有用    ±やや有用    —有用でない |                    |                     |       |               |

▲図1

心筋虚血の診断

- 1) 電気的現象：心電図
- 2) 虚血心筋への物質の取り込みあるいは集積欠損を利用  
 $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$  } 心筋スキャン  
 $^{201}\text{Tl}$  }
- 3) 虚血に基づく心収縮異常の把握、  
心エコー法  
心プールのスキャン法  
X線左室造影法  
MR image
- 4) 虚血に基づく組織性状・形態の変化  
MR image
- 5) 虚血に基づく心筋構成蛋白、酵素の血中遊出  
心筋逸脱酵素 (CRK, CK-MB)

▲表2

運動負荷  $^{201}\text{Tl}$  SPECT の診断率

対象

- ・75%以上の有意狭窄を有する症例……30例
- ・有意狭窄を有さない症例………21例

|                          | Sen. | Sp. | P. V. |
|--------------------------|------|-----|-------|
| $^{201}\text{Tl}$ -SPECT | 77%  | 86% | 92%   |
| 負荷心電図                    | 70%  | 81% | 88%   |

Sen. : Sensitivity, Sp. : Specificity,  
P. V. : Predictive Value.

▲図2

各種画像診断法による心筋梗塞症の診断率

- 1)  $^{201}\text{Tl}$  心筋スキャン  
AMI 16/18 (89%)  
OMI 41/43 (95%)
- 2)  $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$  心筋スキャン  
AMI 15/20 (75%)
- 3) MR image  
AMI 17/20 (85%)  
OMI 34/46 (74%)

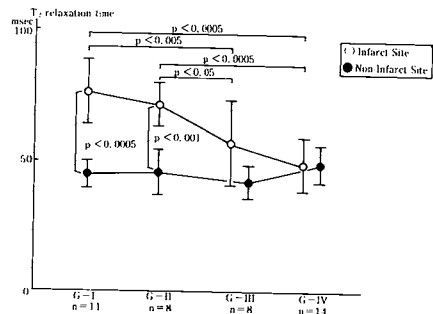
冠動脈疾患の診断率

|     |   | 負荷 $^{201}\text{Tl}$ -SPECT |         |
|-----|---|-----------------------------|---------|
|     |   | +                           | —       |
| ECG | + | 18 (60%)                    | 3 (10%) |
|     | — | 5 (17%)                     | 4 (13%) |

▼表3

▼図4

$T_2$  relaxation times of infarct and non-infarct site measured at various time intervals after onset of MI



G-I : 1ヶ月以内, G-II : 1~3ヶ月  
G-III : 4~12ヶ月, G-IV : 1年以上

▲図3

再建術の適応を決める上で極めて重要である。現在、その判定は主として<sup>201</sup>Tl 心筋スキャンあるいは壁運動の reversibility によってなされている。梗塞巣への灌流量増大を来たす何らかの操作を加え、<sup>201</sup>Tl uptake の改善、壁運動の改善が認められれば PTCA, ACBG など血行再建術の適応となる。又、種々の負荷時、梗塞巣周辺の虚血巣の拡大が著しい場合にも血行再建の適応となると思われる。従来より梗塞巣の組織性状の判定は単独の手法で検討されて来たがそれぞれの診断法の特徴を生かし、いくつかの検査法を組合せるいわゆる複合画像診断法も今後大いに活用すべきと考える (図7)。

#### c. 合併症の診断

心筋梗塞症の予後を決定する最も大きな因子は心ポンプ機能である。そのポンプ機能は梗塞の広さに大きく規定される。したがって臨床的に梗塞の広さを知ることは極めて重要である。現在、梗塞巣の広さの判定法としては表4のごときものがある。定量的には<sup>201</sup>Tl SPECT より circumferential analysis を用い automatic に Bull's eye 法にて梗塞巣の広さを求めることが出来る (図8)。この様にして求められた梗塞サイズは CPK 遊出量から求められたそれと極めて良好な相関を示した。MR-CT からも梗塞サイズの推定が可能である。MR-CT は<sup>201</sup>Tl SPECT に比し、AMI では大きめに、OMI では小さめに評価する傾向にあった。

心室瘤、壁血栓の診断には RI 法、超音波法、X線 CT が主に用いられて来たが、MR-CT はこれら両者の診断に極めて有用である (図9)。心室中隔穿孔、乳頭筋断裂、乳頭筋不全症の診断には二次元ドプラー血流映像法 (color Doppler flow mapping) による異常血流の検出が簡便かつ有用である。

### Ⅳ. 治療効果の判定

梗塞巣の拡大防止を目的として行われる冠動脈内血栓溶解療法 (PTCR) の効果判定は急性、慢性期予後、左室機能などにより判定されている場合が多い。治療の目的からすると冠動脈の梗塞責任部位より末梢の灌流域 (risk area) に対し、梗塞に陥った領域 (infarct area) が何%か、すなわち risk area のうち何%を救済し得たかでその効果を判定すべきと考える。

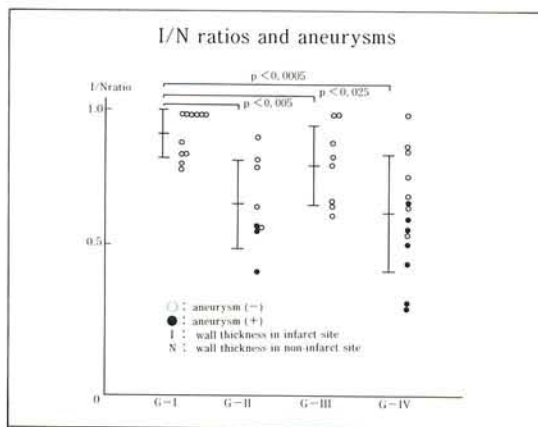
極めて初期に再灌流を得た場合、冠動脈のほぼ同部位が閉塞したままの症例に比し、梗塞巣が明らかに小さい例を経験する (図10)。このような経験から PTCR は発症ごく初期に行われれば梗塞巣拡大防止策として有効と考えられる。ただ、再灌流の有無による梗塞巣の質的变化を MR-CT でみてみると再灌流例で急性期 T<sub>2</sub> 値の延長、慢性期における壁の菲薄化がみられ、梗塞巣の縮小にもかかわらず、出血性梗塞を含む再灌流による

梗塞巣の damage が大きいことをうかがわせる (図11)。

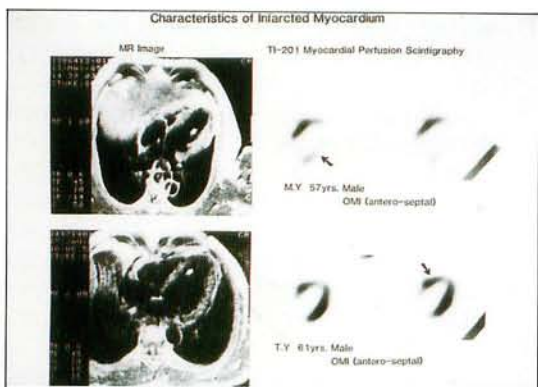
#### まとめ

以上、種々の画像診断法を用いての冠動脈疾患の診断ならびに治療効果判定について述べて来た。成績のいくつかは日常診療より得た retrospective なものであり、他のいくつかは研究の目的で prospective に集めたものである。したがって通常の診療においては表1に示した数多くの診療法全てを行うというのではなく、知りたい情報を見極め、それに合致したいくつかの検査法を選択施行し、それらの成績を総括判断すべきであると考ええる。

その際、診断の正確さは最も重要な点であるが、それに加え安全性、低侵襲、経済性も充分考慮すべきである。



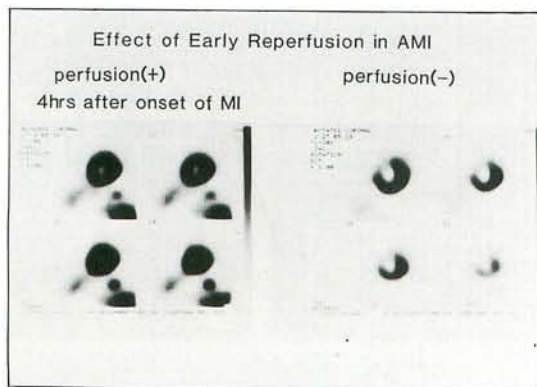
▲図 5



▲図 7



▲図 9



▲図10

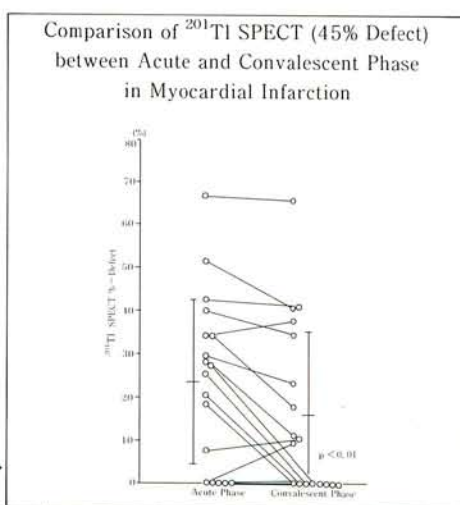


図 6 ▶

### 梗塞の広さの判定法

1. 心電図マッピング法
2. 超音波法
3. RI 法
4. MR image
5. 左室造影法
6. CK, CK-MB 法

表 4 ▶



図 8 ▶

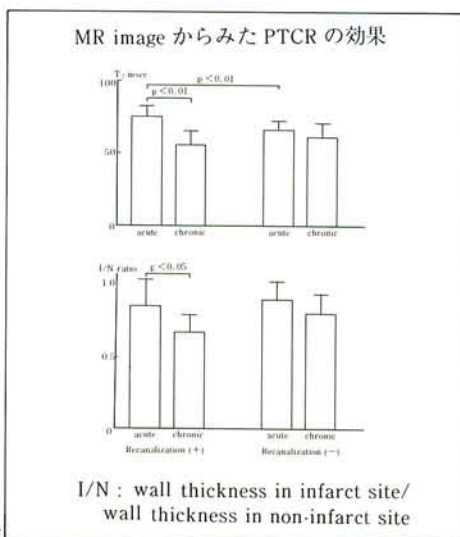


図 11 ▶